

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Отделение контроля и диагностики

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Вероятность возникновения аварийной ситуации на газораспределительном пункте предприятия химической промышленности

УДК 614.8:662.767-404

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е32	Харитонов Иван Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В.	к.э.н.		

По разделу «Производственная и экологическая безопасность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

Томск 2018

Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
Профиль		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ А.Н. Вторушина
05.02.2018 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е32	Харитонов Иван Сергеевич

Тема работы:

Вероятность возникновения аварийной ситуации на газораспределительном пункте предприятия химической промышленности

Утверждена приказом директора (дата, номер)

437/с от 29.01.18

Срок сдачи студентом выполненной работы:

22.05.2018 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Провести анализ риска возникновения аварийной ситуации и оценить возможные варианты ее развития на газовом оборудовании котельного агрегата, находящегося на территории КАО «Азот»

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

Изучить устройство и принцип работы газораспределительной сети и устройств газораспределения предприятия;

Изучить основные характеристики природного газа, как токсичного и взрывоопасного вещества;

Провести анализ условия возникновения и развития аварийных ситуаций в технологических блоках для оборудования газопотребления и транспортировки газа в котельной;

Оценить вероятности возникновения и

		возможные последствия аварийных ситуаций.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. Географическое расположение котельной 2. Схема изменения давления ударной волны 3. Схема распределения интенсивности теплового излучения
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович	
Производственная и экологическая безопасность	Мезенцева Ирина Леонидовна	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		
<ul style="list-style-type: none">• Литературный обзор;• Описание объекта исследования;• Опасные вещества, использующиеся или обращающиеся в производственном оборудовании;• Анализ опасностей технологических блоков;• Анализ условия возникновения и развития аварийных ситуаций в технологических блоках;• Социальная ответственность;• Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. <p>На русском языке.</p>		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д.т.н.		05.02.2018 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1Е32	Харитонов Иван Сергеевич		05.02.2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: 30.05.2018 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2018 г.	Изучение устройства и принципа работы газораспределительной сети и устройств газораспределения предприятия.	20
26.03.2018 г.	Изучение основных характеристики природного газа, как токсичного и взрывоопасного вещества.	10
09.04.2018 г.	Анализ условия возникновения и развития аварийных ситуаций в технологических блоках для оборудования газопотребления и транспортировки газа в котельной	25
23.04.2018 г.	Оценка вероятности возникновения и возможных последствий аварийных ситуаций	15
07.05.2018 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
21.05.2018 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д.т.н.		05.02.2018

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		05.02.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E32	Харитонов Иван Сергеевич

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	20.03.01 «Техносферная безопасность»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – вероятность возникновения аварийной ситуации газораспределительного пункта котельной. На предприятии по производству минеральных удобрений.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Профессиональная социальная безопасность	Вредные и опасные факторы на газораспределительном пункте: недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение показателей микроклимата рабочей зоны; повышенный уровень шума; повышенная температура; высокий уровень давления в технологическом оборудовании; загрязнение воздушной среды в рабочей зоне; механические опасности.
2. Экологическая безопасность:	Воздействие на окружающую среду: Атмосферу (оксиды углерода, оксиды серы, оксиды азота и др.) - CO, CO ₂ , SO ₂ , NO ₂ ; Литосферу: Изменение верхних слоев почв вследствие механических воздействий, отходы строительства.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС на газовом оборудовании: Ударная волна при взрыве облака газовойоздушной смеси. Тепловое излучение при факельном горении.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	7-ФЗ «Об охране окружающей среды» 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E32	Харитонов Иван Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е32	Харитонов Иван Сергеевич

Тема: Вероятность возникновения аварийной ситуации на газораспределительном пункте предприятия химической промышленности

Институт	Электронного обучения	Отделение	Контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавр	Направление / специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 16 874,45 руб. Оклад студента - 1750 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- Премияльный коэффициент научного руководителя 30%; - Премияльный коэффициент бакалавра 100%; - Дополнительной заработной платы научного руководителя 12%; - Накладные расходы 16%; - Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	- Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е32	Харитонов Иван Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 67 с., 4 рис., 23 табл., 20 источников, 5 прил.

Ключевые слова: Газовое оборудование, котельная, газораспределение, арматура, вероятность возникновения аварии, ударная волна, огненный шар.

Объектом исследования является газовое оборудование котельной.

Цель работы – Провести анализ риска возникновения аварийной ситуации и оценить возможные варианты ее развития на газовом оборудовании котельного агрегата, находящегося на территории КАО «Азот».

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- Изучить устройства и принцип работы газораспределительной сети, систему газораспределения предприятия, а так же основные характеристики природного газа, как токсичного так и взрывоопасного характера.
- Провести анализ условий возникновения и развития аварийных ситуаций в технологических блоках для оборудования газопотребления и транспортировки газа в котельной.
- Произвести оценку вероятности возникновения и возможные последствия аварийных ситуаций.

В результате исследования получены данные:

Вероятность возникновения и возможные последствия аварийных ситуаций составляет

Наименование опасности	Вероятность возникновения аварии, аварий/год		
	Блок№1	Блок№2	Блок№3
Горение газового облака	$3.92 \cdot 10^{-7}$	$2.28 \cdot 10^{-8}$	$7.98 \cdot 10^{-9}$
Взрыв	$2.7 \cdot 10^{-6}$	$1.93 \cdot 10^{-7}$	$5.47 \cdot 10^{-8}$

Проведенный анализ устройства и принципа работы газораспределительной сети и устройств газораспределения предприятия, а так же основных характеристик природного газа, как токсичного и взрывоопасного вещества позволили провести необходимые расчеты и установить, что за время закрытия запорного клапана, будет выброшено 144,6 кг природного газа. Впоследствии этот газ может:

взорваться, вызвав изменение давления на удалениях от блока №1,

г (м)	10	20	30	40	50
ΔP (кПа)	21,93	5,73	2,49	1,37	0,85

или же сгорать в виде газового облака с параметрами:

г (м)	0	10	20	30	40	50
Q, (кВт/м ²)	465,65	442,35	329,68	194,93	108,26	62,27

Степень внедрения: Отчет о проделанной работе передан в отдел промышленной безопасности КАО «Азот».

Область применения: системы распределения природного газа на химически опасных промышленных предприятиях.

Значимость работы заключается в оценке возможных последствий аварийных ситуаций на газовом оборудовании. В результате анализа получены следующие данные:

Люди, находящиеся на открытом пространстве, получают легкие травмы т.к. $\Delta P < 20 \text{ кПа}$. Вследствие действия ударной волны, а также

- ожог 3-ой степени на расстоянии ближе 20м от клапана PCV250;
- ожог 2-й степени возможен на расстояние 20-30м от клапана PCV250;
- ожог 1-й степени возможен на расстояние 30-40м от клапана PCV250.

Травмирование персонала произойдет вследствие действия теплового излучения.

В будущем планируется замена арматуры, на более современные аналоги с лучшими показателями быстродействия, что поможет снизить уровни возможных рисков для рабочего персонала.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	13
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	16
2. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	19
2.1 Объект исследования	19
2.2 Характеристика объекта исследования	20
2.3 Описание оборудования и технологического процесса	22
2.4 Описание блоков сети газораспределения, относящихся к котельной...	24
3 ОПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ИЛИ ОБРАЩАЮЩИЕСЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ.	27
4 АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ.....	28
4.1 Критерии показателей риска	28
4.2 Этапы анализа риска возникновения аварийных ситуаций на оборудовании.....	29
Анализ риска включает следующие этапы.....	29
5 АНАЛИЗ УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКАХ.....	30
5.1 Основные условия возникновения аварийных ситуации, а также способы предупреждения и локализации аварий.	30
5.2 Оценка вероятности возникновения и реализации аварийных ситуаций и сценариев в технологических блоках.	31
5.3 Условная вероятность реализации ситуаций и сценариев и их дальнейшего развития.....	32
5.4 Оценка количества опасного вещества, участвующего в аварийных ситуациях в блоке №1 и основные поражающие факторы.....	34
5.5 Анализ ситуации: Взрыв газового облака. Определение избыточного давления и импульса волны давления при взрыве природного газа	36
5.6 Анализ сценария: Горение газового облака. Определение интенсивности и дозы теплового излучения.....	38
6 «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»	41
6.1 Производственная безопасность.....	42
6.2 Экологическая безопасность.....	46
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	47

6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	48
7	«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....	50
7.1	Сегментирование рынка услуг	50
	Сегментирование рынка услуг по продаже запорной арматуры	50
7.2	Анализ конкурентных технических решений	51
7.3	Планирование научно-исследовательских работ. Структура работ в рамках научного исследования.....	52
7.4	Определение трудоемкости выполнения работ	54
7.5	Разработка графика проведения научного исследования	55
7.6	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	58
7.7	Расчет материальных затрат НТИ.....	58
7.8	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	60
7.9	Основная заработная плата исполнителей темы.....	60
7.10	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	63
7.11	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	64
7.12	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.	65
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
	Приложение 1	68
	Приложение 2	74
	Приложение 3	75
	Приложение 4	76
	Приложение 5	77
	Список используемых источников.....	78

ВВЕДЕНИЕ

Россия по праву считается одним из самых крупнейших газодобытчиков в мире, на неё приходится более 16% всего добываемого газа в мире, около 640 миллиардов м³/год. На данный момент экспортируется треть добываемого газа, остальные две трети используются в промышленности и быту. Не секрет, что аварии на газовом оборудовании, являются следствием расширения сферы его применения.

Природный газ ныне широко используется в качестве топлива и сырья для химической промышленности. Как источник энергии природный газ является одним из главных на Земле, уступая лишь нефти. Теплота сгорания газа очень высока, его подачу в печь легко регулировать, он не оставляет золы и является самым экологически чистым топливом, вот почему сейчас природный газ как источник энергии используется чаще чем каменный уголь, хоть и имеет меньший КПД.

На предприятиях, использующих в своей работе природный газ, всегда существует риск утечки, которая с определенной долей вероятности, может вызвать взрыв или оказывать на людей негативное воздействие. Таким образом, невозможно переоценить опасность использования природного газа. Все аварии, связанные с разгерметизацией, на газоиспользующем оборудовании, начинаются из-за какой-либо внешней причины: резкое повышение давления, коррозионно-эрозионный износ, воздействие природы, аварийное повреждение газопровода, халатность.

На территории России ежегодно регистрируется от 20 до 60 случаев возникновения аварийных ситуаций на газовом оборудовании котельных, повлекших смертельные или тяжкие исходы, а также инциденты, связанные со значительными материальными ущербами. Это приводит к необходимости вкладывать значительные финансовые и материальные средства на предупреждение их появления.

На данный момент, на предприятии по производству минеральных удобрений КАО «Азот», планируется создание нового агрегата по производству жидкого и газообразного аммиака «Аммиак-3». В связи с этим потребуется создание или восстановление старого законсервированного оборудования по производству аммиака.

На площадке не работающего на данный момент агрегата «Аммиак 3» имеется газовая котельная, назначение которой заключается в обеспечении турбин агрегата, на период запуска и последующей работы, паром.

За период консервации оборудования зданий и сооружений, оборудование газовой котельной претерпело много изменений. Были заменены горелки, дутьевые вентиляторы, узел питания и главное – трассировка трубопроводов газопроводов и паропроводов. В связи с изменением расположения газопроводов возникла необходимость вынести распределительный пункт из здания котельной на ближайшее здание – блок №7. (см. Рисунок 2).

Таким образом, расстояние от распределительного пункта до котельной уменьшилось, а до возможного расположения здания агрегата «Аммиак-3» - увеличилось. Соответственно изменились и области возможного воздействия на соседние здания и сооружения.

Цель данной работы: Провести анализ риска возникновения аварийной ситуации и оценить возможные варианты ее развития на газовом оборудовании котельного агрегата, находящегося на территории КАО «Азот». Информация, полученная в результате данной работы, поможет руководству предприятия оценить возможный риск повреждения оборудования, предотвратить возможные смертельные случаи на производстве и произвести первичную поверхностную оценку возможных экономических последствий.

Основные задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения данной работы:

- Изучить устройства и принцип работы газораспределительной сети, систему газораспределения предприятия, а так же основные характеристики природного газа, как токсичного так и взрывоопасного характера.
- Провести анализ условий возникновения и развития аварийных ситуаций в технологических блоках для оборудования газопотребления и транспортировки газа в котельной.
- Произвести оценку вероятности возникновения и возможные последствия аварийных ситуаций.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Газоснабжение – организованная подача и распределение газового топлива для нужд производственного хозяйства.[3]

Промышленная система газоснабжения — технический комплекс, состоящий из газовых сетей, газорегуляторных пунктов (ГРП) и газорегуляторных установок (ГРУ), газопроводов и агрегатов, включая контрольно-измерительные приборы и трубопроводы безопасности. Комплекс обеспечивает транспортирование газа по промышленному предприятию и распределение его по газовым горелкам агрегатов. По трубопроводам газ поступает на территорию предприятия через ввод, на котором вне предприятия устанавливают главное отключающее устройство. Газ от ввода к цехам транспортируют по междеховым газопроводам.[4]

Арматура – специальные устройства, предназначенные для регулирования расхода транспортируемого вещества, отключения и включения потоков газа, пара и воды. По направлению арматуру подразделяют на запорную, регулирующую, предохранительную, контрольную и специальную. Запорная арматура (вентили, задвижки и краны) предназначена для периодического включения или отключения отдельных участков трубопроводов. Регулирующая арматура (регулирующие вентили и клапаны) служит для изменения или поддержания в трубопроводах давления и расхода транспортируемого вещества. Предохранительную арматуру (грузовые, пружинные и обратные клапаны) применяют для автоматического открытия прохода, если давление превысит допустимое значение, а так же для предотвращения обратного движения жидкости или газа. Контрольную арматуру (контрольные краны, указатели уровня, трехходовые краны для манометров) используют для проверки наличия вещества в трубопроводе и определения его уровня. Специальная арматура

(конденсатоотводчики и влагомаслоотделители) служит для удаления конденсата, отделения масла и других продуктов от газа.[8]

На начальном участке межцехового газопровода устанавливают центральный ГРП, на котором снижается и поддерживается требуемое цехам предприятия давление газа. В межцеховых газопроводах поддерживают среднее давление, в газопроводах мелких предприятий — низкое. Высокое давление обуславливается технологией производства. В ГРП предусматривают пункт измерения расхода газа, с помощью которого контролируют потребление газа предприятием. [4]

ГРУ размещают в непосредственной близости от ввода газопровода в помещение цеха (котельной), так чтобы не создавались помехи при эксплуатации и ремонте основного технологического оборудования. Подача газа от ГРУ к потребителям, расположенным в других зданиях, не допускается. Питание газом агрегатов, расположенных в других помещениях здания, от одной ГРУ допускается, если эти агрегаты работают при одинаковых давлениях газа и в любое время суток обеспечен свободный доступ обслуживающего персонала газовой службы в эти помещения.[4]

Если ГРП расположено на открытой площадке под навесом, эти расстояния отмеряют от края оборудования. Согласно СНиП II—89—80 расстояние от зданий и сооружений I и II степени огнестойкости с производствами категорий А (т. е. для взрывоопасных производств), Б, В и Е до других зданий и сооружений тех же степеней огнестойкости должно составлять не менее 9 м, а при условии оборудования их стационарными автоматическими системами пожаротушения может быть уменьшено до 6 м. К таким зданиям, очевидно, могут быть отнесены ГРП, расположенные в пристройках, а также шкафные ГРП, установленные на стенах зданий.[5]

На промышленных предприятиях ГРП среднего и высокого (до 6 кгс/см²) давления могут размещаться в пристройках к зданиям I и II степени огнестойкости с производствами, отнесенными по пожарной опасности к категориям Г и Д. При технической необходимости допускается размещать ГРП во встроенных помещениях одноэтажных производственных зданий той же степени огнестойкости и категории пожароопасности.[6]

Некоторые аспекты промышленной безопасности, для оборудования на котором используется природный газ:

Действующие наружные газопроводы должны подвергаться периодическим обходам, приборному техническому обследованию, диагностике технического состояния, а также текущим и капитальным ремонтам с определенной периодичностью.[7]

При обходе надземных газопроводов должны выявляться утечки газа, перемещения газопроводов за пределы опор, наличие вибрации, сплющивания, недопустимого прогиба газопровода, просадки, изгиба и повреждения опор, состояние отключающих устройств и изолирующих фланцевых соединений, средств защиты от падения электропроводов, креплений и окраски газопроводов, сохранность устройств электрохимической защиты.[7]

Эксплуатационным организациям газового хозяйства разрешается производить обход ГРП одним рабочим из числа постоянного персонала служб по эксплуатации газорегуляторных станций. В этих случаях должна разрабатываться специальная инструкция, определяющая дополнительные меры безопасности. [7]

2. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объект исследования

Объектом исследования данной работы является система газоснабжения, газопотребления котельной химического предприятия по производству минеральных удобрений. Оборудование, работающее или транспортирующее природный газ, представляет собой технический комплекс, состоящий из, газорегуляторных пунктов (ГРП), а также газорегуляторных установок (ГРУ), газопроводов и агрегатов газопотребления. Система газораспределения обеспечивает быстрое и надежное транспортирование газа по промышленному предприятию, а также обеспечивает, при должном уровне мобильности, перераспределение его между объектами потребления.

На территорию предприятия газ поступает по магистральным трубопроводам, вне предприятия устанавливается главное отключающее устройство. Природный газ от ввода, на территории предприятия и до цехов транспортируют по технологическим междоцеховым газопроводам. На предприятии предусмотрена дополнительная «аварийная» линия подачи газа потребителям, также оборудованная соответствующим отключающим устройством.

На начальном участке междоцехового газопровода оборудуют центральный газораспределительный пункт (ГРП), на котором снижается и поддерживается требуемое цехам предприятия постоянное, давление газа. В междоцеховых газопроводах поддерживают среднее давление, в газопроводах мелких предприятий или отдельных агрегатов — низкое. Данная модель сети газораспределения исключает резкое, скачкообразное изменение давления в трубопроводах вблизи потребителей и тем самым обеспечивает дополнительную безопасность и надежность на производстве

Высокое давление газопровода обуславливается технологией производства. Магистральные газопроводы при технико-экономическом

обосновании разрешено включать в сеть без газораспределительного пункта к газопроводам среднего или высокого давления. Для этого необходимо оборудовать все цеха газораспределительными установками.

2.2 Характеристика объекта исследования

Котельная располагается на территории Кемеровского АО «Азот», на левом берегу реки Томь, в центре промышленной части города Кемерово, в заводском районе (Приложение 3). Географические координаты: 55°21'15" с. ш. 86°05'23" в. д. Технологическая котельная введена в эксплуатацию в 1986г. И предназначена для выдачи пара в сеть предприятия.

Климат города Кемерово резко континентальный. Зима холодная и продолжительная, лето короткое и теплое. Продолжительность безморозного периода длится от 100 до 120 дней на севере области. Располагаясь в умеренном поясе северного полушария, территория Кемерово получает за год сравнительно большое количество солнечного тепла.

Наиболее высокие температуры воздуха достигают летом – +35-38°C, а самые низкие зимой доходят до -57°C. Годовая амплитуда колебаний температур превышает 90°C. (Приложение 4).

Данные обстоятельства предопределяют необходимость оснащения помещений, находящихся на территории предприятия эффективными источниками отопления.

Котельная производит перегретый пар методом испарения котловой воды и перегрева насыщенного пара за счет сгорания природного газа в топке котла. Проектная мощность технологической котельной 45т/ч, с избыточным давлением пара 3,9 Мпа, с температурой 370+380°C.

Оборудование котельной выполнено в одной технологической нитке. Основное оборудование установлено без дополнительного резерва и рассчитано на работу в течение года.

В составе объекта выделены три технологических блока:

- Блок №1 газопровод с давлением $P = 1 - 1,2$ Мпа и Шкафной распределительный пункт (ШРП);
- Блок №2 «Газорегуляторная установка (ГРУ)»;
- Блок №3 «Газовое оборудование котла».

На рисунке 1 Предоставлена наиболее распространённая схема включения газового оборудования котельных агрегатов малой и средней мощности.

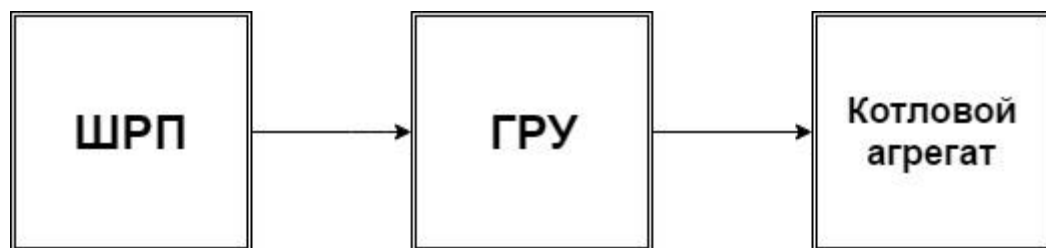


Рисунок 1 Типовая схема включения потребителей в газовую сеть предприятия.

2.3 Описание оборудования и технологического процесса

В состав котельной входит котел марки БГМ - 35М однобарабанный с естественной циркуляцией. В качестве питательной воды используется паровой конденсат или частично обессоленная вода из сети предприятия с предварительной деаэрацией и коррекционной обработкой.

В качестве топлива используется природный газ. В котельную природный газ подается по газопроводу с избыточным давлением 2,5-3,0 кгс/см² и поступает на газорегуляторную установку (ГРУ), где давление снижается до 0,2-0,3 кгс/см². После ГРУ природный газ поступает к газомазутным горелкам.

Система автоматического управления котлоагрегата (САУ) обеспечивает измерение, контроль и регистрацию параметров технологического процесса, автоматическое поддержание параметров и остановку котлоагрегата при срабатывании защитных блокировок.

Таблица 1 – Перечень основного технологического оборудования, трубопроводов, арматуры.

Технологический блок, оборудование			Количество опасного вещества		Физ. Условия содержания опасного вещества		
№ блока	Наименование оборудования	Опасное вещество	В оборудовании	В блоке	Агрегатное состояние	Давление, МПа	Температура, °С
Блок №1	Трубопровод попутного газа	Природный газ	3,6	3,6	ГФ	Pp (изб) = 1.3	Окруж. среда
Блок №2	Трубопровод в помещении ГРУ	Природный газ	0,44	0,44	ГФ	Pp (изб) < 0.4	Окруж. среда
Блок №3	Котел БГМ-35М	Природный газ		0,8	ГФ	Pp (изб) < 0.3	Окруж. среда

Таблица 2 – Перечень основного технологического оборудования и его назначение.

№ Блока газового хозяйства	Наименование оборудования	Назначение
Блок №1	Газопровод подачи природного газа	Подача попутного газа в котельную
	Электрозадвижка HCVA 702	Автоматическое прекращение подачи газа
	Редуцирующий клапан PCV250	Поддержание заданного давления
Блок №2	Газопровод в помещении котельной	Подача газа в ГРУ
	Регулятор давления (РД) РДБК	Снижение давления
	Предохранительный запорный клапан (ПЗК)	Автоматическое прекращение подачи газа
	Предохранительный сбросной клапан (ПСК)	Сбрасывает излишки газа из газопровода
	Фильтры	Очистка газа от механических примесей
Блок №3	Газопроводы к горелкам	Подача газа к горелкам
	Котел БГМ35М	Сжигание газа

На предприятие природный газ поставляется по магистральному газопроводу, который имеет дублирующую линию распределения, что повышает надежность безостановочной работы предприятия. Затем природный газ поступает в сети газораспределения предприятия и редуцируется непосредственно в цехах. Схема расположения цехового газопровода представлена на Рисунке 2.

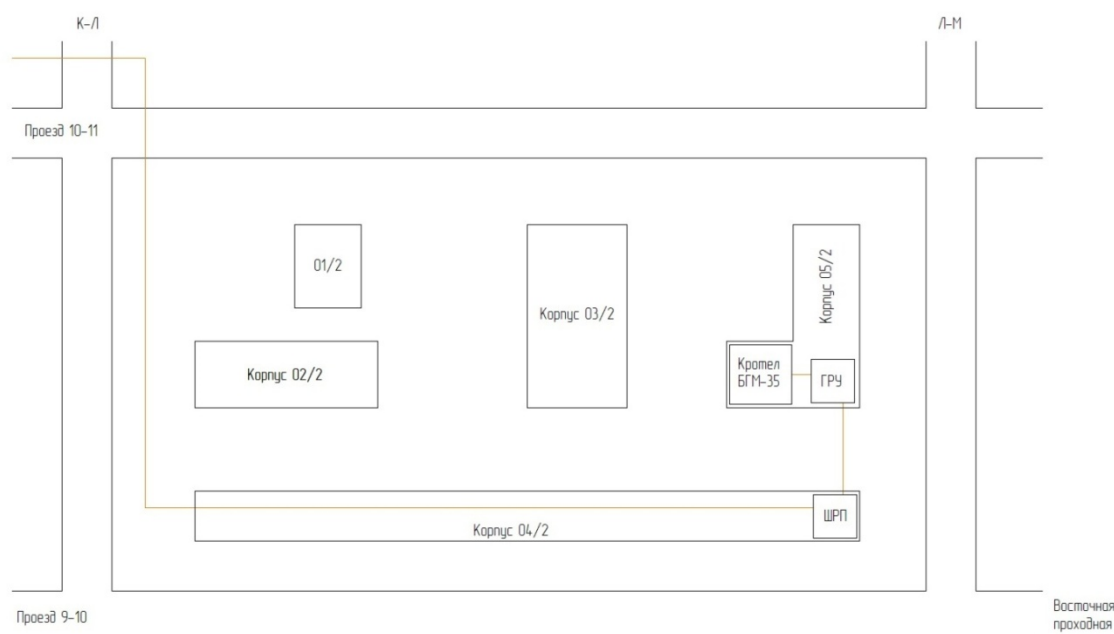


Рисунок 2 Схематическое изображение, включения газового оборудования в сеть предприятия.

2.4 Описание блоков сети газораспределения, относящихся к котельной.

Блок №1 Надземный газопровод с давлением $P = 1-1,2$ Мпа. Шкафной распределительный пункт (ШРП)

В качестве топлива в котельной используется природный газ из сети предприятия с избыточным давлением. Резервное топливо не предусматривается.

Природный газ из сети предприятия с давлением $(10+12)$ кгс/см² поступает в шкафное распределительное устройство (ШРП), где проходит: отсекающий и регулирующий клапан, давление в котором редуцируется до 2,5-3,0 кгс/см². Затем газ поступает в газораспределительное устройство котельной.

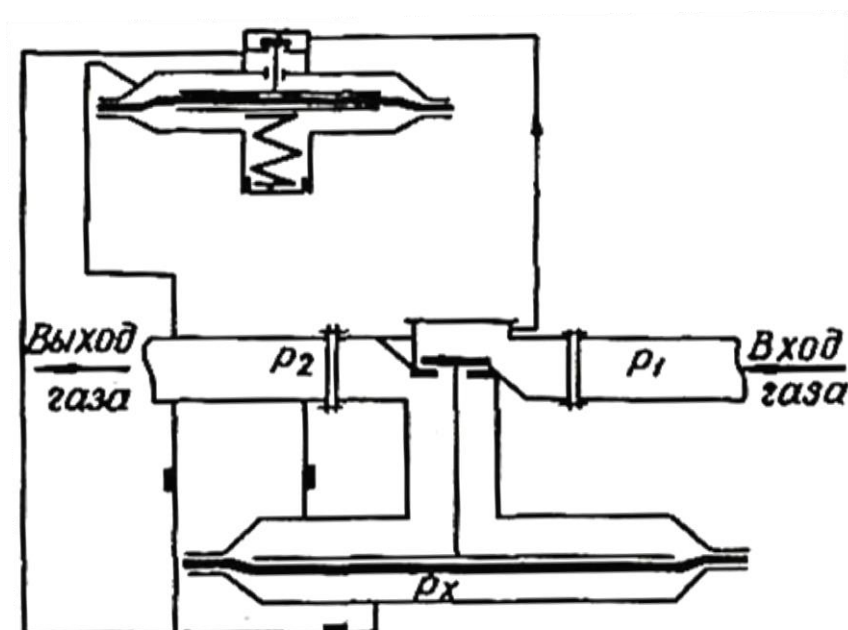


Рисунок 3 Принцип работы клапана редуцирования в ШРП

Управление редуцированием осуществляется автоматически с центрального пункта управления котельной (ЦПУ). На щит управления оператора выведены показания давления природного газа до и после регулирующего клапана, а также сигнализация максимального давления природного газа. После редуцирования природный газ поступает в ГРУ.

Блок №2 Газорегуляторная установка (ГРУ)

Для снижения давления попутного газа после регулирующего клапана и поддержания его в заданных параметрах на горелках котла предусмотрена газорегуляторная установка, расположенная в помещении котельной. В состав ГРУ входит узел редуцирования и линия байпаса, которая выполняет функцию повышения надежности, бесперебойной работы газового оборудования. При внеплановых ремонтах и настройке оборудования, газ поступает через запасную линию. Как правило, ремонт не занимает более 4х часов. В случае необходимости сложного ремонта или перемещении громоздких деталей и устройств – работа трубопровода на некоторое время останавливается, трубопровод оглушается быстросъемными заглушками, а в работу вступает резервная линия подачи топлива.

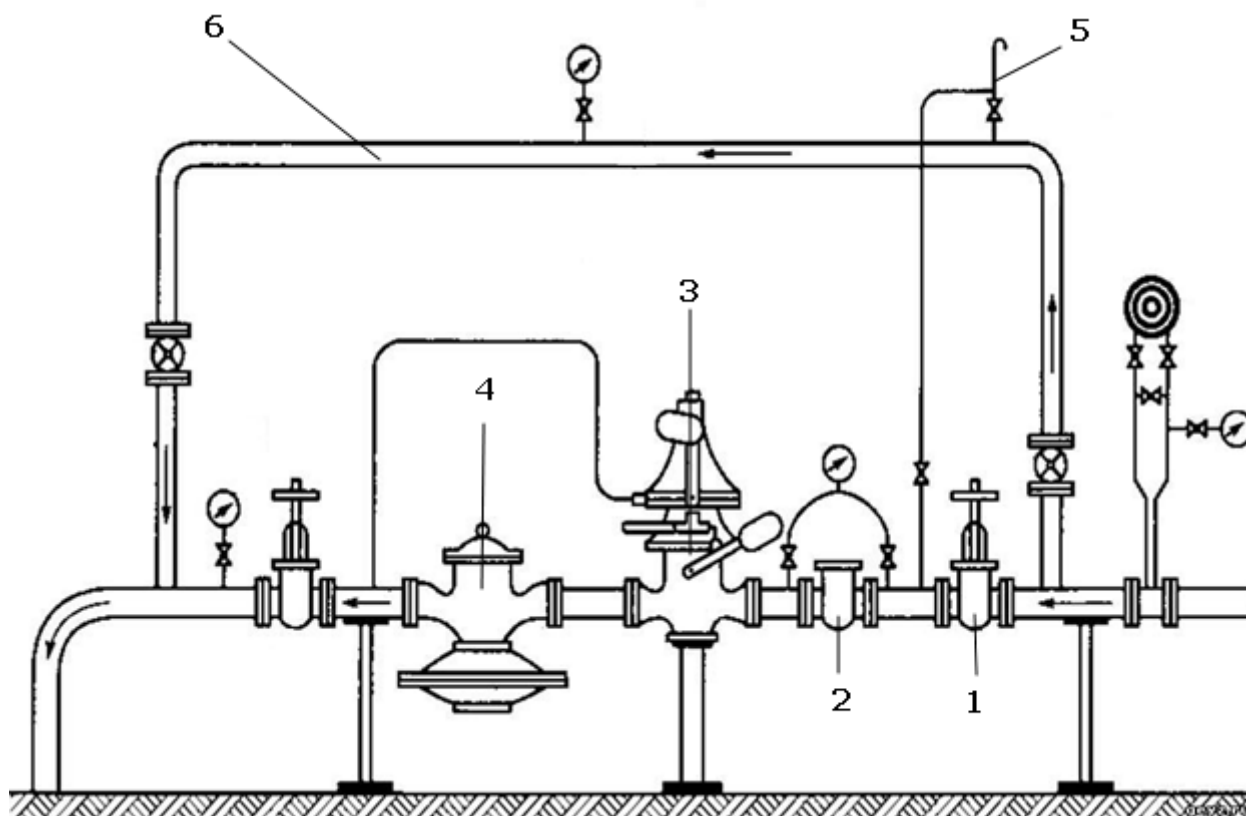


Рисунок 4 Принципиальная схема устройства ГРУ.

*1-запорная арматура, 2-обратный клапан, 3- предохранительный запорный клапан,
4- регулятор давления, 5-воздушник, 6-байпасная линия.*

В каждом узле редуцирования установлен фильтр для очистки газа от механических примесей, присутствует предохранительный запорный клапан, регулятор давления, предохранительный сбросной клапан, контрольно-измерительные приборы, запорная арматура, сбросные и продувочные трубопроводы. На ЦПУ выведены показания давления на входе в ГРУ, сигнализация минимального и максимального давления. Регулятор давления обеспечивает поддержание выходного давления в пределах 10% от номинального. При кратковременном повышении от выходного давления газа на 15% от номинального ПСК обеспечивает сброс газа в атмосферу, не влияющий на работу горелок котла. ПЗК обеспечивает защиту газового оборудования котельной от повышения и понижения выходного давления газа на 25% от рабочего давления.

На выходе из ГРУ установлен отсекающий клапан (время закрытия 120 с) с дистанционным управлением и сигнализацией положения «открыто-закрыто» выведенным на ЦПУ котла. Отсекатель автоматически закрывается при остановке котла.

На ЦПУ выведены показания давления газа до и после ГРУ. В ГРУ установлены датчики загазованности метаном.

Блок №3 Газовое оборудование котла.

Пройдя ГРУ природный газ поступает на регулирующий клапан и отсекающий клапан и по внутренним газопроводам подается на горелочные устройства. Перед каждым газогорелочным устройством предусмотрено два канала (один рабочий другой контрольный).

На котле предусмотрено четыре газогорелочных устройства, производительностью по газу 1000 м³/час каждая. Подача воздуха осуществляется дутьевым вентилятором. Забор воздуха производится в летнее время из помещения котельной, зимой снаружи.

3 ОПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ИЛИ ОБРАЩАЮЩИЕСЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ.

Опасными веществами, обращающимся рядом и в технологических блоках, является: природный газ.

Природный газ – смесь газов, образовавшихся в недрах Земли при анаэробном разложении органических веществ. В таблице 3 приведены основные сведения о природном газе, как о опасном веществе.

Таблица 3 – Характеристика природного газа как опасного вещества

Наименование параметра	Параметр	Источник информации
Попутный газ(как смесь газов) Состав CH ₄ C ₂ H ₆ C ₃ H ₈ C ₄ H ₁₀ H ₂ CO ₂ N ₂	88.4 3.8 2.3 1.2 0.026 0.4 3.8	Данные лаборатории производства «Аммиак-1»
Общие данные 1. Плотность при 20 ⁰ С, кг/м ³ 2. Теплота сгорания кДж/кг 3. Максимальное давление взрыва кПа	0,765 4,64*10 ⁴ 706	«Справочник пожаровзрывоопасности веществ и материалов и средств их тушения» редакц. Баратов А.Н. издательство Москва «Химия» 1990г
Данные о взрывоопасности НКПР, %	5	«Справочник пожаровзрывоопасности веществ и материалов и средств их тушения» редакц. Баратов А.Н. издательство Москва «Химия» 1990г
Данные токсической опасности: 1. ПДК в воздухе рабочей зоны 2. ПДК в атмосфере воздуха	4 класс опасности 1. 300мг/м ³ 2. 50мг/м ³	ГОСТ 12.1.007-76 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 5542-87-74
Запах	Одорирован, этил меркаптаном серы(C ₂ H ₅ SH), в количестве 16г на 1000м ² . Порог обоняния 1%	ГОСТ 5542-87 Природный газ технические условия.
Коррозийное воздействие	Углеродистые стали – слабое (2 балла) Н/Ж стали – слабое (2 балла)	СНиП 2.03.11-85 защита строительных конструкций от коррозии.
Меры предосторожности	Герметизация оборудования, трубопроводов, использование приточной вентиляции	ГОСТ 5542-887 Природный газ. Технические условия.
Воздействие на людей	Физиологически индифферентен, вызывает удушье	Справочник «Вредные вещества промышленности» Ленинград изд. «Химия» 1990г
Средства защиты	Шланговый противогазы изолирующие, ПП-1 и ПП-2	

4 АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ

4.1 Критерии показателей риска

Риск возникновения и развития аварийных ситуаций, связанных с разгерметизацией и разрушением оборудования, определяется с использованием матрицы («вероятность-тяжесть последствий» РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов.)

При этом применяются следующие критерии отказов по тяжести последствий:

- Катастрофический — приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невосполнимый ущерб окружающей среде;
- Критический — угрожает жизни людей, приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде;
- Некритический — не угрожает жизни людей, не приводит существенному ущербу имуществу, окружающей среде; с пренебрежимо малыми последствиями — отказ, не относящийся по своим последствиям ни к одной из вышеперечисленных категорий.

Категории риска (степень риска) отказа, определяемые путем сочетания частоты и последствий:

- А — повышенный риск, требует особые меры обеспечения безопасности, обязателен количественный анализ риска;
- В — значительный, требует принятия определенных мер безопасности, желателен количественный анализ риска;
- С — умеренный риск, меры безопасности желательны, рекомендуется качественный анализ риска;
- D — минимальный (приемлемый) риск, анализ и принятие специальных (дополнительных) мер безопасности не требуется.

Таблица 4 – Матрица «вероятность-тяжесть последствий»

Частота возникновения отказа 1/год		Тяжесть последствий отказов			
		Катастрофический	Критический	Некритический	Минимальный
Частый	>1	А	А	А	С
Вероятный	$1 \cdot 10^{-2}$	А	А	В	С
Возможный	$10^{-2} \cdot 10^{-4}$	А	В	В	С
Редкий	$10^{-4} \cdot 10^{-6}$	А	В	С	Д
Невероятный	$<10^{-6}$	В	С	С	Д

4.2 Этапы анализа риска возникновения аварийных ситуаций на оборудовании

Анализ риска включает следующие этапы:

1. Определение возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварийной ситуации на объекте;
2. Определение типовых сценариев возможных аварийных ситуаций на объекте;
3. Оценка количества опасного вещества, участвующего в аварии и в создании поражающих факторов возможной аварийной ситуации, расчёт вероятности возникновения аварийной ситуации;
4. Обобщение оценки риска и сравнение их значений с критериями приемлемого риска.

5 АНАЛИЗ УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКАХ

5.1 Основные условия возникновения аварийных ситуации, а также способы предупреждения и локализации аварий.

Основные условия возникновения аварийных ситуации, а также способы предупреждения и локализации аварий приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные принципы анализа возникновения и развития аварийных ситуаций в технологических блоках

Наименование аварийной ситуации	Условия возникновения аварийной ситуации	Основные принципы анализа условий возникновения аварийной ситуации.	Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации
Выброс природного газа из технологического оборудования		Определение массы выброшенного природного физико-химических свойств газа. Проверка состояния межблочных средств, перекрывающих поступление в аппаратуру прямых и обратных потоков технологической среды и теплоносителей; их соответствие требованиям нормативных документов; быстродействующих отключающих устройств.	Аварийное блокирование арматуры. Сброс газовой фазы через свечи. Вывод людей из опасной зоны
	Полное или частичное разрушение технологического оборудования	Анализ количественных энергетических характеристик взрыва и сравнение их с прочностными характеристиками аппаратуры. Наличие средств защиты оборудования.	Оснащение оборудования предохранительными устройствами.
	Ошибки персонала	Оценка уровня знаний персонала, допуск прошедшего персонала, проверки знаний и физического состояния.	Улучшение качества знаний персонала.
	Выход параметров за предельные значения	Регулярный мониторинг параметров процесса операторами, а так же системами слежения. Проверка отключающих устройств.	
	Износ и усталость материала	Проверка соединений, а также тел оборудования и его механизмов. Контроль качества материалов.	Проверка оборудования, современными методами дефектоскопии.
	Внешние источники воздействия. Коррозия	Анализ воздействия факторов на технологический процесс. Проверка соответствия рабочих режимов, природным факторам.	Проверка оборудования.

5.2 Оценка вероятности возникновения и реализации аварийных ситуаций и сценариев в технологических блоках.

Для того что бы количественно оценить вероятность возникновения аварийных ситуаций на производстве, необходимо математически определить частоту возникновения аварий исходя из статистических данных. Данные получены в результате анализа информации приведенной на сайте МЧС РФ.

Таблица 6 – Виды и количество аварий на объектах газораспределения и газопотребления, за период с 2011 по 2016 гг.

Виды аварий	Число аварий за год					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Механические повреждения подземных газопроводов	17	17	16	13	1	3
Взрывы при розжиге	5	5	4	4	3	4
Повреждение газопровода автотранспортом	6	4	8	4	3	4
Коррозионные повреждения трубопровода	1	-	1	1	6	2
Разрушение сварных стыков	2	2	1	1	1	0
Воздействие природы	1	6	8	3	3	2
Повышение давления после ГРП	-	-	-	-		
Возгорание газа при производстве газоопасных работ	2	2	3	-	0	1
Иные	1	2	10	10	8	7
Всего	35	38	51	36	24	21
Общее количество зарегистрированных котельных. Тыс. штук.	63	64	66.6	66.7	68	68.5
Протяженность газопроводов на территории РФ. Тыс. км.	740	730	757	826	853	870

На основании данных таблицы 6, не сложно определить частоту разгерметизации для 1 км газопровода в год:

$$P_{\text{раз}} = \left(\frac{35}{740} + \frac{38}{730} + \frac{51}{757} + \frac{36}{826} + \frac{24}{853} + \frac{21}{870} \right) \cdot \frac{10^{-3}}{6} = 4,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Аварий}}{\text{год}} \quad (1)$$

5.3 Условная вероятность реализации ситуаций и сценариев и их дальнейшего развития.

Древо событий и ситуаций связанное с разгерметизацией надземного газопровода, а также возможные причины их возникновения представлены в следующей схеме.

Условные вероятности приняты согласно приложения 2 записки.

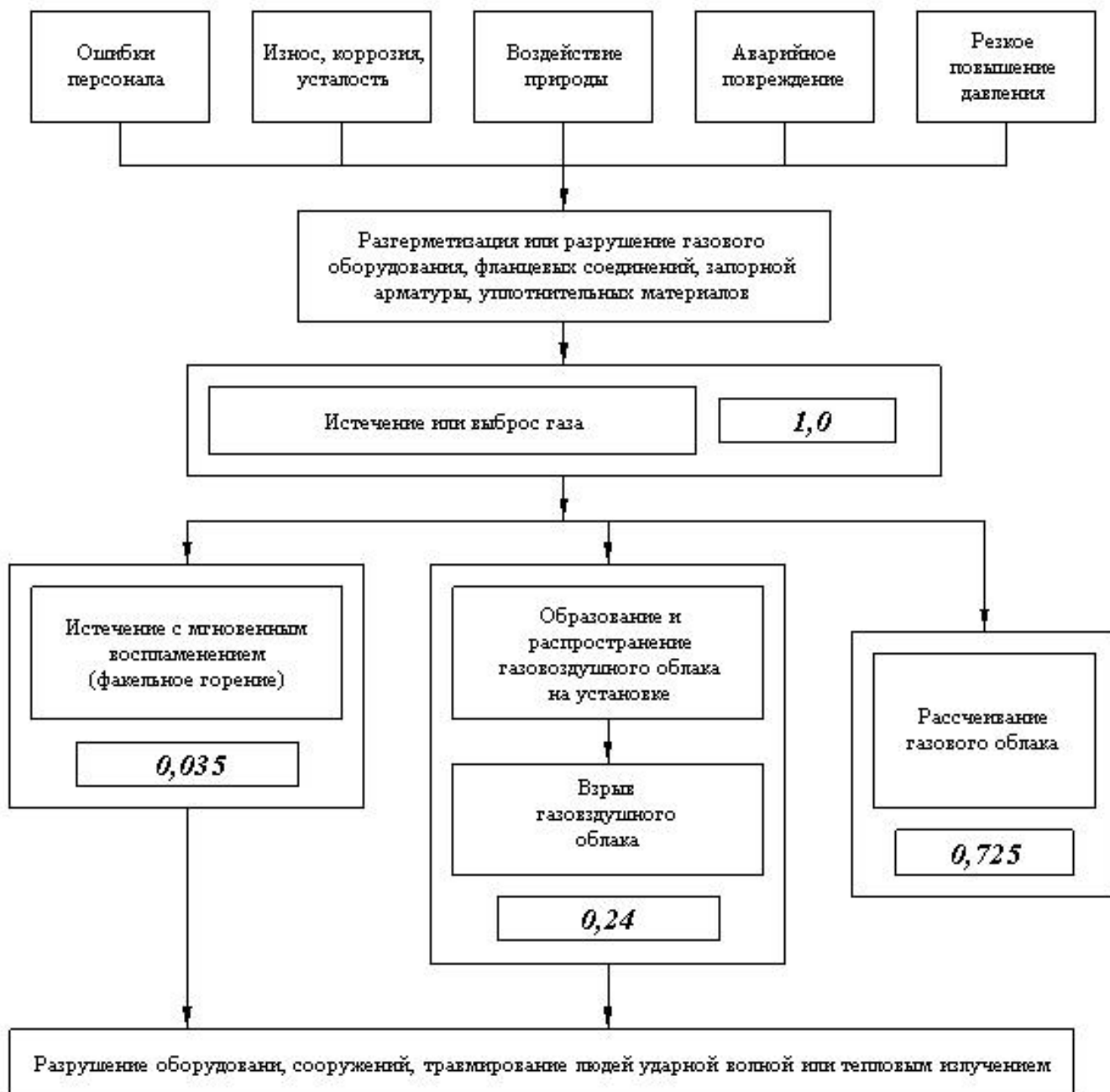


Таблица 7 – Частота разгерметизации надземного трубопровода, аварий/год

Блок№1	Блок№2	Блок№3
$V_1=1.12 \cdot 10^{-5}$	$V_2=8.08 \cdot 10^{-7}$	$V_3=2.28 \cdot 10^{-7}$

Таким образом, в результате расчёта вероятности возникновения аварийных ситуаций для блока №1 получаем:

$V_1 = 1.12 \cdot 10^{-5}$ Частота возникновения аварий в блоке №1, аварий/год

$$P_{\text{факел.гор.}} = 0.035 \cdot 1.12 \cdot 10^{-5} = 3.92 \cdot 10^{-7}$$

$$P_{\text{взрыв}} = 0.24 \cdot 1.12 \cdot 10^{-5} = 2.7 \cdot 10^{-6}$$

$$P_{\text{рассеиван.}} = 0.725 \cdot 1.12 \cdot 10^{-5} = 8.1 \cdot 10^{-6}$$

Расчёт вероятности возникновения аварийных ситуаций для блока №2.

$V_2 = 8.08 \cdot 10^{-7}$ Частота возникновения аварий в блоке №2, аварий/год

$$P_{\text{факел.гор.}} = 0.035 \cdot 8.08 \cdot 10^{-7} = 2.28 \cdot 10^{-8}$$

$$P_{\text{взрыв}} = 0.24 \cdot 8.08 \cdot 10^{-7} = 1.93 \cdot 10^{-7}$$

$$P_{\text{рассеиван.}} = 0.725 \cdot 8.08 \cdot 10^{-7} = 5.86 \cdot 10^{-7}$$

Расчёт вероятности возникновения аварийных ситуаций для блока №3.

$V_3 = 2.28 \cdot 10^{-7}$ Частота возникновения аварий в блоке №3, аварий/год

$$P_{\text{факел.гор.}} = 0.035 \cdot 2.28 \cdot 10^{-7} = 7.98 \cdot 10^{-9}$$

$$P_{\text{взрыв}} = 0.24 \cdot 2.28 \cdot 10^{-7} = 5.47 \cdot 10^{-8}$$

$$P_{\text{рассеиван.}} = 0.725 \cdot 2.28 \cdot 10^{-7} = 1.65 \cdot 10^{-7}$$

Оцениваем уровень опасности аварийной ситуации, исходя из частоты возникновения аварии:

Согласно таблице 4, существует умеренный риск возникновения взрыва газовоздушной смеси, только в блоке № 1. Требуется провести качественный анализ риска. Степень риска «С».

Остальные ситуации имеют минимальный (приемлемый) риск, анализ и принятие специальных (дополнительных) мер безопасности не требуется. Степень риска «D».

5.4 Оценка количества опасного вещества, участвующего в аварийных ситуациях в блоке №1 и основные поражающие факторы.

Исходные данные:

- избыточное давление в газопроводе $P_2=1,3\text{мПа}$
- внутренний диаметр газопровода $D=200\text{мм}$
- длина газопровода от электрозадвижки до ПЗК $L=200\text{м}$
- время закрытия задвижки № $t_3=300\text{с}$
- разгерметизация газопровода произошла на участке эквивалентном 0,25 длины окружности трубопровода
- плотность ПГ $\rho=0,765\text{кг/м}^3$
- толщина прокладки $H=2\text{мм}$

Скорость выброса газа:

$$q = 0,8S \sqrt{P_2 \rho_2 \gamma \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\left(\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1} \right)}} \quad (2)$$

Плотность газа в газопроводе ρ_2 определяется:

$$\rho_2 = \rho(P_o/P_2)^{1/\gamma} = \frac{0,765}{\left(\frac{0,1}{1,3} \right)^{1/1,2}} = 6,486\text{кг/м}^3$$

Площадь отверстия разгерметизации S , определяем, высчитывая площадь цилиндра высотой 2мм:

$$S = 0,25\pi DH = 0,25 * 3,14 * 0,2 * 0,002 = 3,14 * 10^{-4} \text{м}^2 \quad (3)$$

$P_o=0,1$ мПа – относительное давление

$\gamma = 1,2$ – показатель адиабаты ПГ

$$q = 0,8 * 3,14 * 10^{-4} \sqrt{1,3 * 10^6 * 6,486 * 1,2 * \left(\frac{2}{1,2 + 1} \right)^{\frac{1,2 + 1}{1,2 - 1}}} = 0,47\text{кг/с}$$

Количество ПГ, выброшенного до закрытия электрозадвижки:

$$m_1 = q \cdot t_3 = 0,47 \cdot 300 = 141 \text{ кг} \quad (4)$$

Количество ПГ, выброшенного после закрытия газопровода:

$$m_2 = SL(\rho_2 - \rho) = 3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 200 \cdot (6,486 - 0,765) = 3,6 \text{ кг} \quad (5)$$

Количество ПГ, выброшенного в результате аварийной ситуации:

$$m = m_1 + m_2 = 141 + 3,6 = 144,6 \text{ кг} \quad (6)$$

5.5 Анализ ситуации: Взрыв газового облака. Определение избыточного давления и импульса волны давления при взрыве природного газа

Основными параметрами волны давления при сгорании горючей пыли в открытом пространстве являются избыточное давление и импульс волны давления. При большой величине избыточного давления возможно повреждение находящихся поблизости зданий и оборудования. Расчет произведен согласно ГОСТ 12.3.047-98

Избыточное давление ΔP , кПа, развиваемое при сгорании, рассчитывают по формуле:

$$\Delta P = P_0 \left(0.8 \cdot \frac{m_{np}^{0.33}}{r} + 3 \cdot \frac{m_{np}^{0.33}}{r^2} + 5 \cdot \frac{m_{np}^{0.33}}{r^3} \right) \quad (7)$$

где P_0 — атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

r — расстояние от геометрического центра облака, м;

m_{np} — приведенная масса горючего вещества, кг, рассчитанная по формуле:

$$m_{np} = (Q_{cz} / Q_0) m_{zn} \quad m_{np} = (Q_{cz} / Q_0) m_{zn} , \quad (8)$$

где Q_{cz} — удельная теплота сгорания газа или пара, Дж/кг;

Z — коэффициент участия, который допускается принимать равным 0,05;

Q_0 — константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж/кг;

m_{zn} — масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

Импульс волны давления i , Па · с, рассчитывают по формуле:

$$i = 123 \cdot \frac{m_{np}^{0.66}}{r} \quad (9)$$

Находим приведенную массу $m_{пр}$ по формуле :

$$m_{пр} = (93.37 \cdot 10^6 / 4.52 \cdot 10^6) \cdot 76000 \cdot 0.05 = 78497 \text{ кг}$$

Подставляя известные значения в формулы получаем следующие данные:

Таблица 8 – Параметры ударной волны при удалении от блока №1

Расчётные параметры волны давления при сгорании 144кг газа			
$r \text{ (м)}$	$\Delta P \text{ (кПа)}$	$m_{пр} \text{ (кг)}$	$i \text{ (Па·с)}$
10	21,93	1484,39	1524,50
20	5,73	1484,39	762,25
30	2,49	1484,39	508,17
40	1,37	1484,39	381,12
50	0,85	1484,39	304,90

На основании полученных данных построим график:



Анализ графика показывает, что люди находящиеся на открытом пространстве получают легкие травмы т.к. $\Delta P < 20 \text{ кПа}$. А также взрывная волна вызовет умеренные разрушения зданий.

5.6 Анализ сценария: Горение газового облака. Определение интенсивности и дозы теплового излучения.

Интенсивность теплового излучения определяем по методике «огненный шар», согласно ГОСТ 12.3.047-98

Масса природного газа выброшенного в результате аварийной ситуации:

$$m = 144,6 \text{ кг}$$

Интенсивность теплового излучения определяем по формуле:

$$q = E_q \cdot F_q \cdot \tau \quad (10)$$

где: $E_q = 450 \text{ кВт/м}^2$ - средняя поверхностная плотность теплового потока излучения пламени.

F_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

Угловой коэффициент облученности определяем исходя из выражения:

$$F_q = \frac{H / D_s + 0.5}{4 \left[(H / D_s + 0.5)^2 + (r / D_s)^2 \right]^{1.5}} \quad (11)$$

где:

D_s – эффективный диаметр «огненного шара»

$$D_s = 5,33 m^{0.327} = 5,33 \cdot 144,6^{0.327} = 27,1 \text{ м} \quad (12)$$

H – высота центра «огненного шара»

$$H = D_s / 2 = 13,55 \text{ м} \quad (13)$$

r – расстояние от «огненного шара» до облучаемого объекта

Угловой коэффициент излучения определяем для $r = 0, 10, 20, 30, 40, 50$ м

$$F_q = \frac{\frac{13,5}{27,1} + 0,5}{4 \left[\left(\frac{13,5}{27,1} + 0,5 \right)^2 + \left(\frac{0}{27,1} \right)^2 \right]^{1,5}} = 0,25$$

Таблица 9 – Значение углового коэффициента облучения

$r, \text{ м}$	0	10	20	30	40	50
F_q	0,250	0,238	0,178	0,106	0,059	0,034

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp \left[-7 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2} \right) \right] = \exp \left[-7 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{0^2 + 10^2} - \frac{20}{2} \right) \right] \quad (14)$$

Таблица 10 – Значение коэффициента пропускания атмосферы

$r, \text{ м}$	0	10	20	30	40	50
τ	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01

Вычислим интенсивность теплового излучения:

Таблица 11 – Значение интенсивности теплового излучения

$r, \text{ м}$	0	10	20	30	40	50
$q, (\text{кВт/м}^2)$	113,57	107,89	80,41	47,54	26,40	15,19

Время существования «огненного шара»:

$$t_s = 0,92 \cdot m^{0,303} = 0,92 \cdot 144,6^{0,303} = 4,1 \text{ с} \quad (15)$$

Доза теплового излучения:

Таблица 12 – Значение теплового излучения при удалении от блока №1

г, м	0	10	20	30	40	50
Q, (кВт/м ²)	465,65	442,35	329,68	194,93	108,26	62,27

По полученным данным строим график:



Результаты расчета указывают, что при развитии аварийной ситуации по сценарию «огненного шара» для человека возможны:

- ожог 3-ой степени на расстоянии ближе 20м от клапана PCV250;
- ожог 2-й степени возможен на расстояние 20-30м от клапана PCV250;
- ожог 1-й степени возможен на расстояние 30-40м от клапана PCV250.

6 «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Введение

В данной работе рассмотрено газовое оборудование котельной, относящейся к предприятию по производству минеральных удобрений КАО «Азот», получены значения вероятности возникновения аварий, на оборудовании и рассчитаны наиболее вероятные ситуации. На основании полученных данных предложена замена запорной арматуры, перед газораспределительным устройством.

В разделе ВКР «Социальная ответственность» рассматривается влияние замены арматуры газового оборудования распределительного устройства котельной, на характеристики рабочего места оператора котельной, обслуживающего газовое оборудование. Анализируются вредные и опасные производственные факторы на рабочем месте, а также рассматривается возможное воздействие работ по замене газораспределительного оборудования с привлечением тяжёлой техники на экологическую составляющую. Данный раздел выполнен на основе Федеральных Законов, ГОСТов, и положений по охране труда и окружающей среды.

Основные факторы, определяющие категорию опасности объектов газопотребления котельной это:

- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- отклонение показателей микроклимата рабочей зоны;
- повышенный уровень шума;
- повышенная температура;
- высокий уровень давления в технологическом оборудовании;
- загрязнение воздушной среды в рабочей зоне;
- механические опасности;
- падение с высоты.

6.1 Производственная безопасность

Таблица 13 – Опасные и вредные факторы на рабочем месте оператора

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<p>Работы из должностной инструкции оператора котельной:</p> <p>1) Ежечасный наружный осмотр установок газопотребления (ГРУ, ШРП)</p> <p>2) Ежедневное обмыливание фланцевых соединений, запирающих и отсекающих устройств</p> <p>3) Ежедневный обход трубопроводов сети газораспределения</p>	<p>1. недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>2. отклонение показателей микроклимата рабочей зоны;</p> <p>3. повышенный уровень шума в рабочей зоне;</p> <p>4 Динамические нагрузки</p>	<p>1. падение с высоты</p> <p>2. высокий уровень давления в технологическом оборудовании.</p> <p>3. механические опасности;</p>	<p>СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. (Действующий).</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. (Действующий).</p> <p>ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности (Действующий).</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (Действующий).</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений"</p>

Вредные факторы

Вредные производственные факторы, связанные с недостаточной освещенностью рабочей зоны.

Недостаток освещенности на рабочем месте негативно влияет на органы зрения, вызывает необходимость дополнительной концентрации внимания, а также затрудняет выполнение обязанностей работником, что в свою очередь приводит к стрессу.

Для устранения данного негативного фактора необходимо использовать дополнительные безопасные источники света. Такие как светодиодные фонари, аккумуляторные фонари в искрозащищенном исполнении. Значение освещенности на рабочем месте не должно быть менее 300лк. [Согласно СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. (Действующий).]

Вредные производственные факторы, связанные с отклонением показателей микроклимата рабочей зоны.

Микроклиматические условия устанавливаются по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они должны обеспечивать общее и локальное ощущение теплового комфорта в течении рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывая отклонений в состоянии здоровья.

Установки и трубопроводы сетей газопотребления и газораспределения, находятся непосредственно вблизи котельного оборудования. Это обуславливает возможное резкое изменение температуры окружающей среды, влажности и скорости воздушного потока. Поэтому оператор обслуживающий газопроводы должен иметь несколько комплектов спецодежды, обуви перчаток и шапок. Подбор спецодежды должен проводиться также с учетом смены времен года и погодных условий.

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, согласно [Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений"]

Таблица 14 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работ, по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Па(175-232)	19–21	18–22	60–40	0,2
Теплый	Па(175-232)	20–22	19-23	60–40	0,2

Вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем шума в рабочей зоне.

Еще одним вредным фактором, влияющим на работу оператора, является шум. Шум является последствием колебания движущихся частей редуцирующих клапанов, он негативно влияет на работоспособность оператора, воздействуя на органы слуха, а так же сердечно-сосудистую и нервную системы. Одним из способов борьбы с шумом является применение наушников или беруш. Нормативные показатели шума согласно, [ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности].

Таблица 15 – Оптимальные величины показателей шума на рабочем месте

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ, на постоянных рабочих местах в производственных помещениях.	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Опасные факторы

Механические опасности.

В процессе работы оператор обслуживающий газовое оборудование может подвергаться механическим воздействиям на рабочем месте. Сети газораспределения находятся в нагруженном состоянии. Предохранительные запирающие клапаны, на момент срабатывания, обладают достаточной энергией, для того чтобы сломать плечевую кость руки. Также существует возможность затягивания в незакрытый червячный вал редуктора, элементов спецодежды. Не исключена возможность соскальзывания или неаккуратного использования инструментов. Иногда для работы привлекается специальная техника, которая может нанести травму.

Для того чтобы избежать механических травм необходимо:

- знать и соблюдать технику безопасности при работе с инструментом и оборудованием;
- аккуратно работать возле машин и аппаратов, следить за наличием защитных кожухов;
- знать маршруты и время движения техники.
- использовать ограждения и знаки безопасности.

Термические опасности.

Термические опасности могут возникнуть в результате разгерметизации параллельно проходящих паропроводов, трубопроводов горячей воды, а также вследствие неосторожных перемещений вблизи не изолированных участков труб.

Для исключения термического воздействия, необходимо применять специальные перчатки (краги), оборудовать линии трубопроводов пара и горячей воды специальными лестницами-переходами.

6.2 Экологическая безопасность

Решение, представленное в этой работе предполагает изменение в оборудовании устройств газораспределения и не может на прямую воздействовать на экологию. Данная работа может подразумевать под собой изменение в литосферной составляющей. При замене запорной арматуры возникает необходимость создания фундамента, для надежного закрепления технических устройств в пространстве. Вследствие строительных работ по бетонированию фундамента изменяется естественная структура почвы. А также появляются отходы строительства, которые необходимо утилизировать. Также строительные работы связаны с применением тяжелой техники, которая при работе выделяет большое количество CO, CO₂, SO₂ и других загрязняющих окружающую среду веществ.

Для минимализации вреда экологии необходимо:

- Снижать площадь используемой поверхности земли, путем использования бетонных свай.
- Использовать рационально, тяжелую технику, путем создания графиков движения и определения путей движения.
- Снижать выбросы вредных веществ техникой, по средствам своевременного и качественного ремонта ее силового агрегата и установки соответствия ее стандартам экологичности.
- Для увеличения прочности железобетонных конструкций могут применяться отходы от ранее использованных бетонных конструкций. Это позволяет сэкономить средства и также продлить цикл жизни бетонных конструкций.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На предприятиях, использующих в своей работе природный газ, всегда существует риск утечки, которая с определенной долей вероятности, может вызвать взрыв или оказывать на людей негативное воздействие.

На территории России ежегодно регистрируется от 20 до 60 случаев возникновения аварийных ситуаций на газовом оборудовании котельных, повлекших смертельные или тяжкие исходы, а также инциденты, связанные со значительными материальными ущербами.

На рассматриваемом объекте обращается опасное вещество – природный газ, который является взрывоопасным веществом.

Возможные источники выброса природного газа:

- Наружный газопровод высокого давления.
- Оборудование ГРУ и ШРП.

Вероятными последствиями выброса газа на объекте являются – горение газового облака, и взрыв газовоздушной смеси. Основные опасности связаны с проявлением поражающих факторов возможных аварийных ситуаций.

- Ударная волна при взрыве облака из газовоздушной смеси.
- Тепловое излучение при факельном горении.

Для предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций необходимо:

- Пресекать ремонтные работы обслуживающего персонала на рабочем оборудовании.
- Организовать своевременное автоматическое оповещение персонала, о повышенном содержании природного газа вблизи оборудования.
- Своевременно дефектовать и устранять дефекты оборудования КИП и автоматики.
- Устраивать периодические учебные тревоги, для закрепления обслуживающим персоналом алгоритма действий в аварийной ситуации.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Существует ряд нормативно-правовых документов (Федеральных Законов, ГОСТов, постановлений), регулирующих правовую деятельность в области промышленной и экологической безопасности и охраны труда.

Основные из них:

1. Федеральный закон Российской Федерации № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года; [17]
2. Федеральный закон Российской Федерации № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. (в ред. Федерального закона от 19.05.2010 N 91-ФЗ); [18]
3. Федеральный закон №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997года.[19]
4. Федеральный закон №197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30 декабря 2001года (ред. от 30.12.2015).[20]

Согласно Федеральному закону №116-ФЗ и Федеральному закону №197-ФЗ, а также Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации газового хозяйства организаций М-026-2003. К работе на опасном производственном объекте, где используется газовое оборудование, допускаются лица:

- Достигшие 18 летнего возраста.
- Прошедшие медицинский осмотр и соответствующие по состоянию здоровья.
- Имеющие специальное образование.
- Прошедшие целевой инструктаж.
- Обученные по специальной программе и имеющие удостоверение установленного образца.

Каждый работник должен быть застрахован, на условиях обязательного страхования от несчастных случаев.

Работник, у которого в качестве рабочего места обозначены устройства газопотребления будет в процессе работы подвергаться вредным факторам, как уже перечислялось выше:

1. недостаточная освещенность рабочей зоны;
2. отклонение показателей микроклимата рабочей зоны;
3. повышенный уровень шума в рабочей зоне;
- 4 Динамические нагрузки

Степень воздействия на работников вредных факторов может быть различной. В случаях, когда она превышает определенные значения, существующие условия труда признаются вредными.

Наличие на производственном предприятии вредных условий труда предполагает возникновение у работодателя обязанности компенсировать сотрудникам работу в подобных условиях. Компенсация осуществляется при помощи предоставления льгот (например, в форме сокращенного рабочего дня, дополнительного отпуска, специального питания, средств защиты, путевок в санатории) и денежных компенсационных выплат.

Согласно Федеральному закону №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», а также приказу Ростехнадзора от 25.03.2014 N 116 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением". Все оборудование , которое в процессе работы нуждается в обслуживании, должно иметь пути подхода и обслуживания. Должны быть предусмотрены лестницы, площадки и другие проходы для беспрепятственного доступа рабочего персонала. Фланцевыми соединениями разрешается оборудовать только оборудование, которое предназначено для этого. Также необходимо учитывать, габариты, вес и сложность обслуживания в период эксплуатации и ремонтных работ.

7 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

7.1 Сегментирование рынка услуг

Сегментирование рынка услуг по продаже запорной арматуры осуществляется по следующим критериям: размер компании и вид арматуры.

Таблица 16 – Сегментирование рынка услуг

		Название фирмы производителя арматуры		
		“Samson”	“SUD Robinetterie Industries(SRi)”	“Спецкомплектприбор”
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Основным сегментом рынка производства трубопроводной арматуры является изготовление запорной арматуры для транспортировки газового сырья. На данный момент лидирующими на этом рынке являются компании, производства которых расположены в Германии, Франции, Японии и Америке. Благодаря многолетним традициям производства, огромному количеству опыта, а также культуре производства, лидирующие предприятия этих стран, завоевали достойное место среди рейтингов потребителей.

В России на данный момент качество производства, находится несколько ниже, чем зарубежном, тем не менее, большая часть рынка в РФ, а также странах бывшего СНГ занята российскими производителями.

Подбирая арматуру для газопровода, были выбраны наиболее перспективные, а также надежные варианты 3 фирм:

SUD Robinetterie Industries (SRi) – Франция,
 Samson – Германия,
 Спецкомплектприбор – Россия.

7.2 Анализ конкурентных технических решений

При анализе конкурентных технических решений будем использовать такие показатели арматуры как: - Габаритные размеры; Вес; Универсальность применения; Время открытия/закрытия; Количество рабочих циклов; Герметичность затвора; Экологическая безопасность процессов переработки; Конкурентоспособность; Стоимость.

Анализ конкурентных технических решений представлен в таблице 16

Таблица 16 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки		Баллы			Конкурентоспособность		
	Вес критерия	SRi	Samson	СКП	SRi	Samson	СКП
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Габаритные размеры	0,1	3	3	2	0,3	0,3	0,2
Вес	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
Универсальность применения	0,1	2	3	4	0,2	0,3	0,4
Время открытия/закрытия	0,2	4	4	3	0,8	0,8	0,6
Количество рабочих циклов	0,1	4	5	2	0,4	0,5	0,2
Герметичность затвора	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
Экологическая безопасность процессов переработки	0,1	3	3	3	0,3	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность арматуры	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
Стоимость	0,1	2	1	5	0,2	0,1	0,5
Итого	1				3,4	3,6	3,2

Анализ конкурентных технических решений:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (16)$$

Где:

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Вывод: В результате проведенного анализа конкурентных технических решений, мы выяснили, что наиболее конкурентоспособной фирмой на рынке производства газовой арматуры на сегодняшний день является – производство германской фирмы Samson. Основным плюсом данного продукта является большой ресурс работы арматуры.

7.3 Планирование научно-исследовательских работ. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей приведен в таблице 17

Таблица 17 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
----------------	-------	------------------	-----------------------

Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель, бакалавр
	3	Постановка задачи	Научный руководитель, бакалавр
	4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Подбор литературы по тематике работы	Бакалавр
	6	Сбор материалов	Бакалавр
	7	Проведение теоретических обоснований	Бакалавр
	8	Проведение теоретических расчетов	Бакалавр
Обобщение и оценка полученных результатов	9	Анализ полученных результатов	Бакалавр
	10	Согласование полученных данных с науч. рук.	Научный руководитель, бакалавр
	11	Оценка эффективности полученных результатов	Бакалавр
	12	Работа над выводами	Бакалавр
	13	Составление пояснительной записки к работе	Бакалавр

7.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (17)$$

Где:

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (18)$$

Где:

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

7.5 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K_{\text{кал}}, \quad (19)$$

Где:

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$K_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (20)$$

Где:

$T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году = 365дн.;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году = 104дн.;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году = 14дн.

$$K_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.477 = 1.5$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу 17




Таблица 18 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	T_{minv} чел/дни	T_{maxv} чел/дни	$T_{ожі}$ чел/дни			
Составление и утверждение темы проекта	1	2	1,4	Научный руководитель	1,8	3
Выдача задания по тематике проекта	1	1	1	Научный руководитель	0,5	1
Постановка задачи	1	1	1	Научный руководитель	0,7	1
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	3	5	3,8	Научный руководитель + Бакалавр	1,9	3
Подбор литературы по тематике работы	5	8	6,2	Бакалавр	7	11
Сбор материалов	3	5	3,8	Бакалавр	3,8	6
Проведение теоретических обоснований	7	9	7,8	Бакалавр	8,2	12
Проведение теоретических расчетов	10	12	10,8	Бакалавр	17	26
Анализ полученных результатов	3	5	3,8	Бакалавр	3,8	6

На основе Таблицы 18 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе Таблицы 19 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом

работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 19 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн	Продолжительность выполнения работ											
				февраль			март			апрель			май		
1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель	3												
2	Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель	1												
3	Постановка задачи	Научный руководитель	1												
4	Определение сроков разработки проекта	Научный руководитель + бакалавр	3												
5	Подбор литературы по тематике работы	Бакалавр	11												
6	Сбор материалов	Бакалавр	6												
7	Проведение теоретических обоснований	Бакалавр	12												
8	Проведение теоретических расчетов	Бакалавр	26												
9	Анализ полученных результатов	Бакалавр	6												
10	Согласование полученных данных с науч. рук.	Научный руководитель Бакалавр	3												
11	Оценка эффективности результатов	Бакалавр	1												
12	Работа над выводами	Бакалавр	1												
13	Составление пояснительной записки к работе	Бакалавр	3												
 Научный руководитель		 Научный руководитель и бакалавр						 Бакалавр							

7.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

7.7 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + K_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (21)$$

Где:

m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

K_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.(15%)

Для разработки данного научного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: Ноутбук «HP», компьютерная мышь «Logitech», принтер «HP», писчая бумага формат А4 1 пачка, картридж для принтера.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 20

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Цена за ед./руб.	Затраты на материалы $З_m$ /руб.
Компьютерная мышь «Logitech»,	1 шт.	500	500
Картридж для принтера	1 шт.	500	500
Писчая бумага формат А4 - 1 пачка	1 шт.	250	250
Канцтовары	1 шт.	250	250
ИТОГО			1500

7.8 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблицу 21

Таблица 21 – Расчет бюджета на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Единица измерения	Цена за ед./руб.	Затраты на материалы $З_{м.}/руб.$
Ноутбук «НР»	1 шт.	28000	28000
Принтер «НР»	1 шт.	6500	6500
ИТОГО			34500

7.9 Основная заработная плата исполнителей темы

Научный руководитель (оклад) - 16 874,45 р.

Бакалавр (стипендия) – 1750 р.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (22)$$

Где:

$З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot Т_{\text{р}} , \quad (23)$$

Где:

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$Т_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$З_{\text{м}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}} , \quad (24)$$

Где:

$З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	8	64
Количество нерабочих дней		
выходные дни	104	104
праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
отпуск	0	0
невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	365	365

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \cdot K_{\text{р}} \quad (25)$$

Где:

$З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$K_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5

(в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $З_{\text{тс}}$);

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $З_{\text{тс}}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{\text{с1}} = 600$ руб. на тарифный коэффициент $k_{\text{т}}$ и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

Таблица 21 – Расчёт основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффици- ент	Фонд з/платы, руб.
Научный руководитель	16 874,45	2699,9	8	1,3	28079
Бакалавр	1750	280	64	1,3	23296
Итого:			72		51375

7.10 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad , \quad (26)$$

Где:

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

7.11 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (27)$$

Где:

$K_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 22).

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Научный руководитель	Бакалавр
Основная заработная плата , руб.	28078,96	23296
Дополнительная заработная плата , руб.	0	0
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27.1%	27.1%
ИТОГО, руб	7609,398	6313,216

7.12 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл.23

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
Материальные затраты НТИ	1500	Пункт 7.7
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	34500	Пункт 7.8
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	51374,96	Пункт 7.9
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	0	Пункт 7.10
Отчисления во внебюджетные фонды	13922,61416	Пункт 7.11
Накладные расходы	16207,61187	в размере 16%.
Бюджет затрат НТИ	117505,186	Сумма

Вывод: Затраты на разработку составили 117505,186 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы была рассмотрена технологическая схема распределения газа в сети предприятия. Изучены принципы работы узлов и аппаратуры, а также их технологическая схема.

Проведённый анализ и расчёт условий возникновения и развития аварийных ситуаций в технологических блоках показал, что наиболее уязвимым является блок №1(ШРП). Установлено, что существует умеренный риск возникновения взрыва газовой смеси в блоке №1, поэтому в необходимо внесение изменений в параметры оборудования.

Вероятность возникновения и развития аварийной ситуации на газораспределительном пункте (блок №1) КАО «Азот» составила $3.92 \cdot 10^{-7}$.

Вероятность возникновения и возможные последствия аварийных ситуаций по блокам составляет

Наименование опасности	Вероятность возникновения аварии, аварий/год		
	Блок№1	Блок№2	Блок№3
Горение газового облака	$3.92 \cdot 10^{-7}$	$2.28 \cdot 10^{-8}$	$7.98 \cdot 10^{-9}$
Взрыв	$2.7 \cdot 10^{-6}$	$1.93 \cdot 10^{-7}$	$5.47 \cdot 10^{-8}$

Проведенный анализ устройства и принципа работы газораспределительной сети и устройств газораспределения предприятия, а так же основных характеристик природного газа, как токсичного и взрывоопасного вещества позволили провести необходимые расчеты и установить, что за время закрытия запорного клапана, будет выброшено 144,6кг природного газа.

Впоследствии этого события газ может:

взорваться, вызвав изменение давления на удалениях от блока №1,

г (м)	10	20	30	40	50
ΔР (кПа)	21,93	5,73	2,49	1,37	0,85

или же сгорать в виде газового облака с параметрами:

$r \text{ (м)}$	0	10	20	30	40	50
$Q, \text{ (кВт/м}^2\text{)}$	465,65	442,35	329,68	194,93	108,26	62,27

Анализ полученных результатов показал, что

Люди, находящиеся на открытом пространстве, получают легкие травмы т.к. $\Delta P < 20 \text{ кПа}$. Вследствии действия ударной волны, а также:

- ожог 3-ой степени на расстоянии ближе 20м от клапана PCV250;
- ожог 2-й степени возможен на расстояние 20-30м от клапана PCV250;
- ожог 1-й степени возможен на расстояние 30-40м от клапана PCV250.

Установлено, что наиболее целесообразным и эффективным решением в данном случае является снижение времени закрытия запорной арматуры находящейся перед блоком №1. Это значительно снизит объем поступающего газа в окружающую среду. Повышение скорости закрывания запорной арматуры достигается заменой ее на новые более современные аналоги.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Основные крупные аварии, произошедшие на технологическом газопроводе РФ за период с 2013 по 2016гг

Место аварии, источник информации. Вид аварии	Описание аварии и основные причины	Масштабы развития аварии, максимальные зоны действия поражающих факторов. Число пострадавших
ФГОУ ВПО «Кабардино – Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова» г. Нальчик	Взрыв смеси в топочном пространстве при розжиге газоиспользующих установок. Причина аварии – несовершенство систем автоматики безопасности, недостаточная подготовка специалистов и персонала, нарушения производственной и технологической дисциплины	Повреждены: Обмуровка котла, здание котельной. Травмированных нет
ОАО «Оренбургоблгаз»	Автомобилем поврежден надземный газопровод высокого давления (0,6 Мпа) диаметром 168 мм, в месте перехода через дорогу	Пострадавших нет
ОАО «Каббалгаз»	В результате обрушения скальной породы поврежден межпоселковый надземный газопровод высокого давления диаметром 159мм.	Пострадавших нет
«Комигаз»	Утечка газа в ШРП с последующим возгоранием. Утечка произошла по причине разгерметизации разъемного соединения и воспламенения газа от отопительной горелки.	Пострадавших нет
ОАО «Сочигоргаз» г.Сочи	Упавшим деревом поврежден надземный газопровод низкого давления. Причина механическое повреждение газопровода упавшим деревом при неблагоприятных климатических условиях.	Пострадавших нет
ОАО «Алтайскгазпром» 1км от райцентра Павловск	Возгорание ГРПШ-1 по причине разрушения корпуса шарового крана вследствие дефекта материала.	Пострадавших нет

ОАО «Комигаз»	При ледоходе поврежден надземный газопровод высокого давления (0,6 МПа) диаметром 75 мм.	Прервано газоснабжение пос. Путеец
ОАО «Чегемгаз» ОАО «Каббалгаз»	В результате скола скальной породы разрушен надземный газопровод высокого давления диаметром 159 мм.	Пострадавших нет
Дирекция по тепловодоснабжению Московской железной дороги – филиала «РЖД», г. Москва	Взрыв газовоздушной смеси в топочном пространстве при розжиге газоиспользующих установок. Причина аварии – несовершенство систем автоматики безопасности, недостаточная подготовка специалистов и персонала, нарушения производственной и технологической дисциплины	Повреждены: Обмуровка котла, здание котельной. Травмированных нет
Новосибирская городская общественная организация «Жарок» г. Новосибирск	В результате погодных условий упавшим деревом был поврежден надземный газопровод низкого давления.	Пострадавших нет
ПК «Иня – газ» г. Новосибирск	В результате погодных условий упавшим деревом был поврежден надземный газопровод низкого давления.	Прервано газоснабжение 137 жилых домов
ЗАО «Коммун ЭНЕРГО» г. Самара	Взрыв газовоздушной смеси в топочном пространстве при розжиге газоиспользующих установок. Причина аварии – несовершенство систем автоматики безопасности, недостаточная подготовка специалистов и персонала, нарушения производственной и технологической дисциплины	Повреждены: Обмуровка котла, здание котельной. Травмированных нет
ЧП «Саденков» Нижегородская область	В результате наезда трактора разрушен надземный газопровод. Прервано газоснабжение трех сельских населенных пунктов	Пострадавших нет
ОАО «Даггазсервис» г. Хасавюрт	В результате террористического акта разрушен газопровод высокого давления.	Пострадавших нет
«Тульский НИИ» г. Тула	В результате разрыва трубы погасла горелка автоматическая остановка не сработала. Произошел взрыв газовой смеси в топке котла.	Повреждены: Обмуровка котла, здание котельной. Травмированных нет.
ООО Чебоксарский научно – производственный центр «Инновационные технологии»	После повреждения двигателя дымососа мастер продолжал работу на естественной тяге, в результате давление газа стало избыточным и угарный газ стал частично поступать в помещение котельной (сигнализатор был отключен).	Погиб оператор котельной, получивший отравление угарным газом.
ООО «Велес» г. Прохладный	Прекратилась подача газа в производственную котельную и на отопительные котлы, автоматически	Повреждены: Обмуровка котла, здание котельной. Травмированных

	закрались клапаны на котлы. перекрыли газовые краны на котлы. Оператор поставила котлы на продувку. В результате изшел взрыв в помещении котельной.	нет.
ООО «Радуга», Ставропольский край	Разрушение производственной котельной в результате взрыва газо-воздушной смеси.	Погиб оператор котельной, еще один травмирован.
Управление образованием Исполнительного комитета Чистопольского муниципального района Республики Татарстан, Чистопольский край	В помещении котельной найден мертвым оператор котельной.	
Нижегородская область, Костовский район	От горящей сухой травы прогорел изолирующий фланец.	Прервано газоснабжение 50 домов. Травмированных нет.
ООО «Энергетика» г.Ухта	Шквальным порывом ветра сорвана крыша расположенного поблизости цеха N25 завода, которая упала на газопровод, повредив задвижку Д 150 мм.	Остановлена котельная на 4 часа.
ООО «КомиБельгопский завод строительных материалов» г. Ухта	Коррозионное разрушение трубы газопровода среднего давления.	Пострадавших нет
ОАО «Кировоблгаз», Кировская область	Механическое повреждение надземного газопровода D100мм автомобилем КамАЗ вследствие ДТП.	Прервано газоснабжение 27 домов. Травмированных нет.
ООО «Марийскгаз» Республика Марий - Эл	В результате удара молнии произошло возгорание ШРП	Прервано газоснабжение 40 домов. Травмированных нет.
ОАО «Белгородоблгаз» Белгородская область	Во время урагана упавшим деревом повреждена задвижка на газопроводе высокого давления Д 100 мм.	Прервано газоснабжение 133 дома. Травмированных нет.
ОАО «Вторая генерирующая компания оптового рынка электроэнергии» Филиал ОАО «ОГК - 2» - Сургутская ГРЭС - 1	В цехе топливоподдачи газорегуляторного пункта №1 при проведении работ для снятия заглушки за задвижкой 1 Г Ф-1, перед пуском газа на ГРП-1 произошел неконтролируемый выход газа из газопровода через фланцевый разъем заглушки и взрыв смеси. Авария случилась из- за неплотно закрытой задвижки 1ГФ-1 . Стационарный сигнализатор – термохимический ШИ Т-2, установленный в здании регуляторов ГРП№1, не обеспечил выполнение заданных функций, что привело к сбою передачи светозвукового сигнала на МЩУ и ЦЩУ, в результате чего не получена оперативная информация о загазованности помещения регуляторов ГРП№1; не проведена экспертиза промышленной	

	безопасности запорной арматуры 1ГФ-1, находящейся в эксплуатации более 20 лет и отработавшей свой нормативный ресурс службы – 15 лет (для выемных частей и комплектующих изделий), с целью установить ее фактическое состояние и возможность дальнейшей эксплуатации.	
Вознесенское Ивнянского района Белгородской области на предприятии ОАО «КапиталАгро»	Произошла авария по причине разрушения неразъемного соединения сталь-полиэтилен установленного на подземном газопроводе. В помещении электрощитовой здания механической очистки стоков произошел взрыв природного газа, поступившего в помещение по подземным коммуникациям	
Барнаул Алтайского края на газопроводе, эксплуатируемом ОАО «Газпром газораспределение Барнаул»	при производстве земляных работ в охранной зоне газопровода разрушен подземный стальной распределительный газопровод низкого давления диаметром 110 мм с выбросом природного газа в атмосферу. Отключены от газоснабжения 106 домов.	
Новороссийск Краснодарского края произошла крупная авария на газопроводе, эксплуатируемом ОАО «Юггазсервис»		
Шатрово Курганской области на предприятии МУП «Коммунальное хозяйство»	произошла авария в водогрейной котельной. В результате нарушения технологического процесса и несрабатывания автоматики безопасности в газовой котельной произошло разрушение водогрейного котла КЧМ-7 с повреждением сетевого трубопровода и частичным разрушением здания котельной (утечек и взрыва природного газа не зафиксировано)	Оператор котельной получил ожоги средней степени от горячей воды.
г. Новосибирск Новосибирской области авария по причине неисправности оборудования произошла на предприятии ООО «Строительный комплекс «СтройМастер».	результате разрушения фланцевого соединения и выброса природного газа в помещении котельной произошел взрыв. Разрушены наружные стены и кровля котельной, прекращена работа трех котлов, которые имеют повреждения. В результате аварии остановлено теплоснабжение 249-квартирного жилого дома	
Фаленки Кировской области на газопроводе, эксплуатируемом ОАО «Газпром газораспределение Киров»	при производстве работ ООО «Фаворит» в охранной зоне газопровода разрушен подземный стальной распределительный газопровод среднего давления (0,3 МПа) диаметром 219 мм с выбросом природного	

	газа (рис. 22). Отключены от газоснабжения: 13 юридических лиц, 524 абонента, 2 блочные газовые котельные.	
Солнечное Первомайского района Алтайского края	При производстве земляных работ в охранной зоне газопровода разрушен подземный стальной распределительный газопровод высокого давления (0,3 МПа) диаметром 50 мм с выбросом природного газа, эксплуатируемый ОАО «Газпром газораспределение Барнаул»	
Екатеринбург Свердловской области на газопроводе, эксплуатируемом ОАО «Екатеринбурггаз»	при производстве земляных работ в охранной зоне газопровода разрушен подземный стальной распределительный газопровод высокого давления (0,3 МПа) диаметром 529 мм с выбросом природного газа в атмосферу. От газоснабжения отключены: 21 предприятие, 93 многоквартирных дома, 80 частных домов.	
Электросталь Московской области произошла авария по причине неисправности оборудования котла на предприятии ОАО «Электростальский химико-механический завод»	При розжиге котла ПТВМ-30 произошел взрыв газовоздушной смеси в топке котла. В результате взрывной волной разрушены обмуровка котла и предохранительно-взрывные компоненты, газоходы и боров дымовой трубы, частично оголовки кирпичной дымовой трубы, повреждены металлические конструкции котла и продувочный газопровод с коллектора газопровода котла. Разрушено остекление на 80 % оконных проемов котельной	
В р-не Кукковка, г. Петрозаводск, Республика Карелия, на газопроводе, эксплуатируемом ЗАО «Газпром газораспределение Петрозаводск»	при производстве работ ЗАО «Электромонтаж» по прокладке контура заземления строящегося дома поврежден полиэтиленовый газопровод среднего давления. Отключены от газоснабжения шесть многоквартирных жилых домов.	
Ростов-на-Дону Ростовской области на предприятии ОАО «Ростовская газонаполнительная станция» по причине неисправности оборудования сжиженного углеводородного газа произошла авария.	При разгерметизации одного из фланцевых соединений стального коллектора жидкой фазы сжиженного углеводородного газа произошла загазованность помещений цеха реализации газа насосно-компрессорного отделения с последующим взрывом газовоздушной смеси. В результате взрыва разрушено здание насосно-компрессорного отделения	
Данков Липецкой области поврежден трубопровод эксплуатируемый ОАО «Газпром газораспределение	При производстве земляных работ поврежден подземный стальной распределительный газопровод высокого давления (0,6 МПа) диаметром 325 мм с	

Липецк».	выбросом природного газа	
----------	--------------------------	--

- 1) Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. 2013г
- 2) Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. 2014г
- 3) Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. 2015г
- 4) Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. 2016г

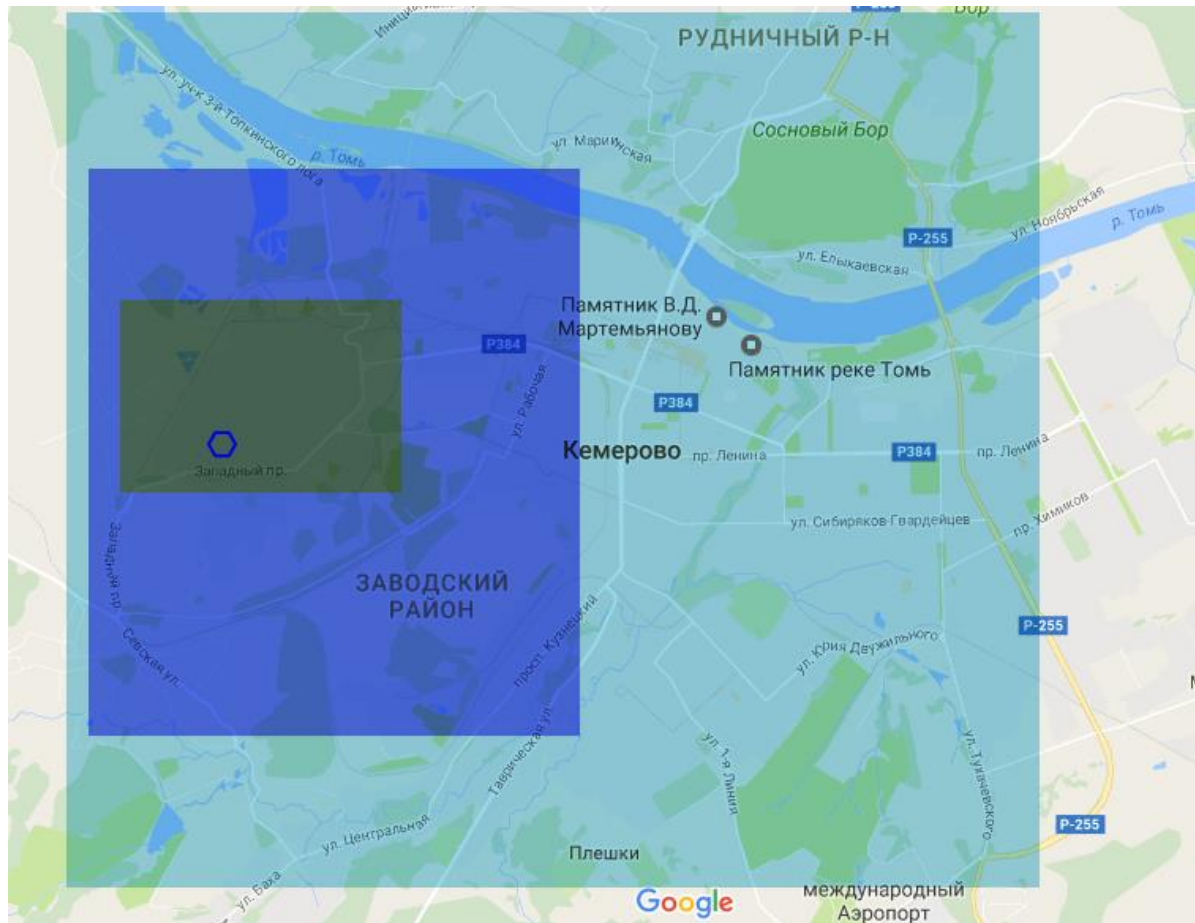
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Процедура построения логического древа событий. Методика расчета пожарного риска для производственных объектов. (согласно приказа №404 об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах)

Массовый расход истечения, кг/с		Условная вероятность мгновенного воспламенения			Условная вероятность последующего воспламенения при отсутствии мгновенного воспламенения			Условная вероятность сгорания с образованием избыточного давления при последующем воспламенении		
Диапазон	Номинальное среднее значение	газ	Двух-фазная смесь	Жидкость	газ	Двух-фазная смесь	Жидкость	газ	Двух-фазная смесь	Жидкость
Малый (<1)	0,5	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,08	0,08	0,05
Средний (1 - 50)	10	0,035	0,035	0,015	0,036	0,036	0,015	0,24	0,24	0,05
Большой (>50)	100	0,15	0,15	0,04	0,176	0,176	0,042	0,6	0,6	0,05
Полный разрыв	Не определено	0,2	0,2	0,05	0,24	0,24	0,061	0,6	0,6	0,1

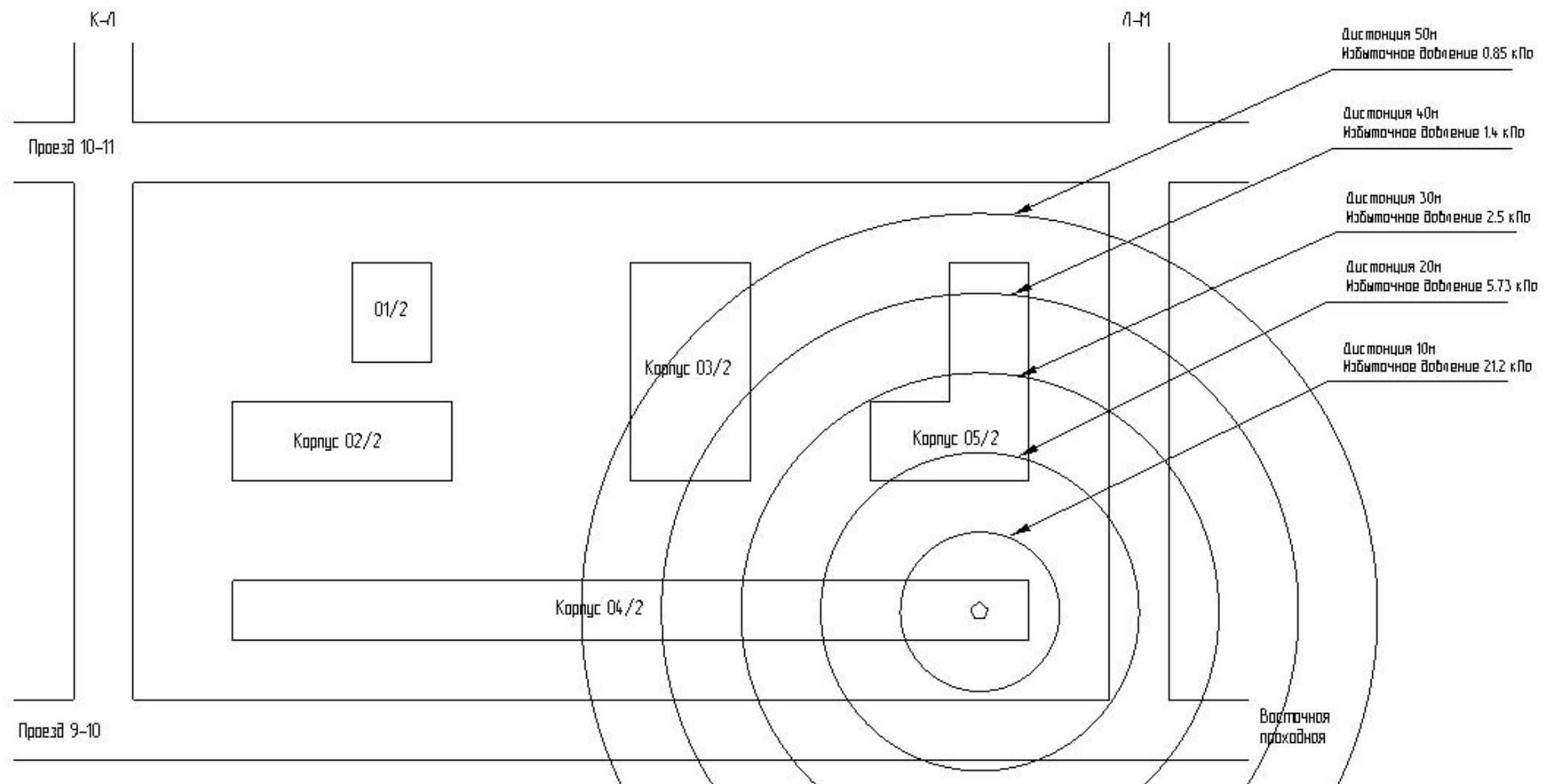
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Географическое расположение котельной (Условные границы: Город, Заводской район, КАО «Азот», Котельная)



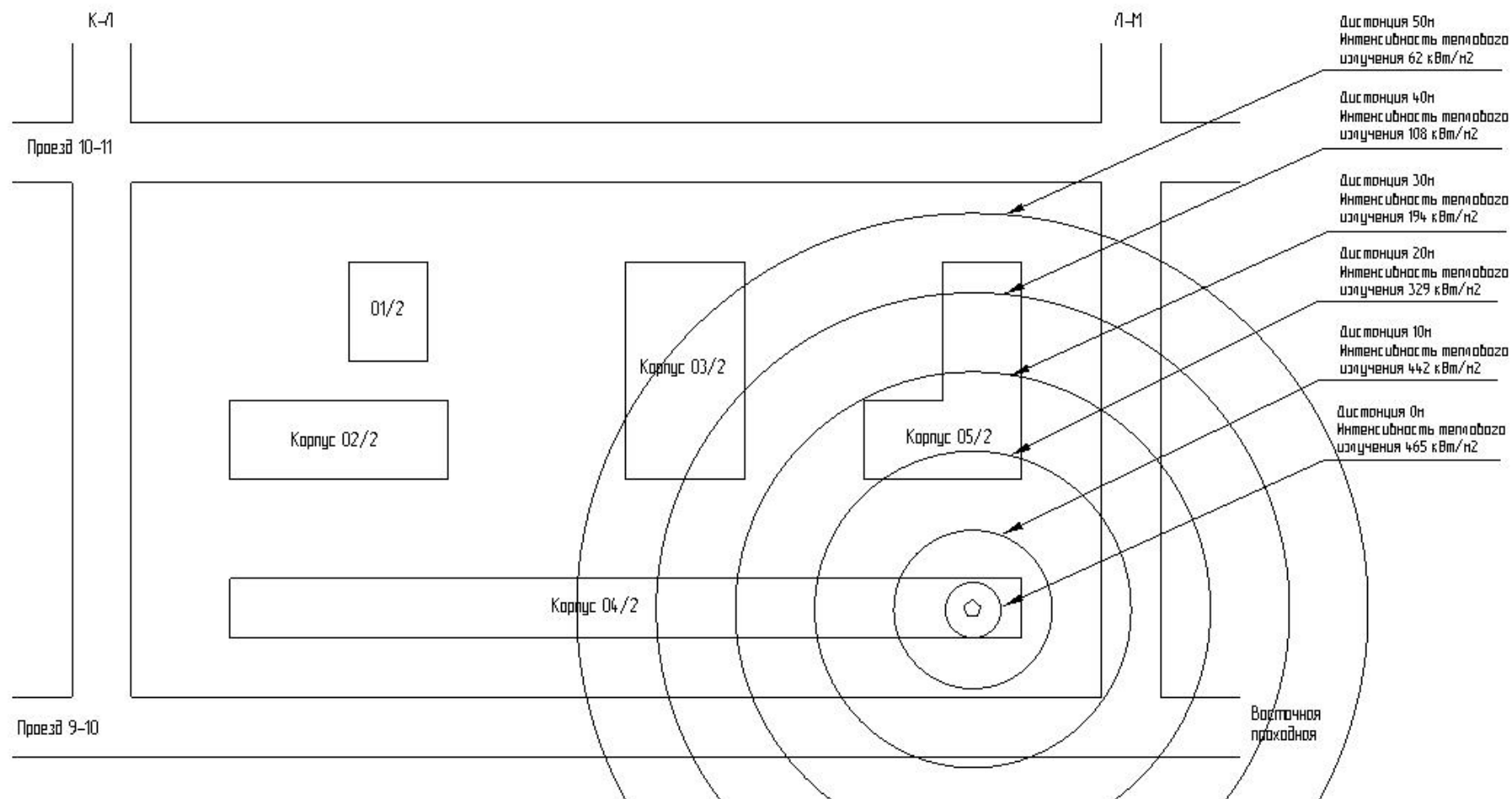
ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Схема распространения давления в зависимости от дистанции



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Схема интенсивности теплового излучения в зависимости от дистанции



СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. "Эксплуатация газового хозяйства"/ Белодворский Ю. М. Изд. 2-е, перераб. М., Стройиздат, 1971
2. "Экономика систем газоснабжения"/ Берхман Е. И. - «Недра», 1964
3. Газорегуляторные пункты и установки./ Шур И.А. – Л.: изд. Недра, 1985. - 288с
4. Основы газоснабжения/ Скафтынов Н.А. – Л.: изд. Недра 1975.
5. Газоснабжение и очистка промышленных газов / Алабовский А.Н.,
6. Справочник по газоснабжению и использованию газа / Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н., Вигдорчик В.Я. – Л.: Недра 1985.
7. ПБ 12-368-00 Правила безопасности в газовом хозяйстве.
8. Паровые и водогрейные котлы: Справочное пособие./ Зыков А.К. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – (Б-ка тепломонтажника).
9. Рациональное использование газа в энергетических установках: Справочное руководство/ Р.Б. Ахмедов, О.Н. Брюханов, А.С. Иссерлин и др. – Л.: Недра, 1990.
10. Мы просто выходим на новый уровень / Вебер А. - Эксперт Сибирь : журнал. — №
11. Газовое оборудование, приборы и арматура. Справочное руководство. Изд. 2-е, перераб. и доп. Под ред. Н. И. Рябцева. М., «Недра», 1972.
12. СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002.
- 13.5. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
14. СП 42-102-2004 «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб»

- 15.РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов .
- 16.ГОСТ Р 12.3.047-98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования.
- 17.Федеральный закон Российской Федерации № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года.
- 18.Федеральный закон Российской Федерации № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. (в ред. Федерального закона от 19.05.2010 N 91-ФЗ)
- 19.Федеральный закон №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997года
- 20.Федеральный закон №197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30 декабря 2001года